

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-084631
 (43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int.CI. G05B 19/42
 B25J 9/22

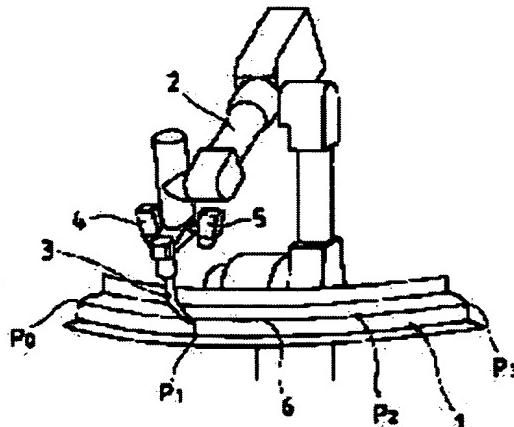
(21)Application number : 05-250985 (71)Applicant : FANUC LTD
 (22)Date of filing : 14.09.1993 (72)Inventor : TERADA TOMOYUKI

(54) METHOD FOR CORRECTING ROBOT TEACHING PROGRAM

(57)Abstract:

PURPOSE: To correct a generated teaching program such as an off-line program by a visual sensor means.

CONSTITUTION: A work 1 to be measured at its teaching point position is fixed in a working space by a fixing means which is not shown and provided with a welding line 6. A mark is put on a position corresponding to a selected teaching point P1 on the work 1. A welding torch 3 and two cameras 4, 5 constituting a three-dimensional visual sensor means are fixed to a wrist flange part of a robot body 2. The mark put on the point P1 is photographed by the cameras 4, 5 and positional data V' on a sensor coordinate system are acquired and transferred to a robot controller. The controller calculates a difference from positional data V calculated based upon program data by CPU processing and executes calculation for converting the difference into a positional error on the robot wrist or a tool tip point. The calculated result is regarded as a required correction amount for each teaching point to correct the positional data of respective teaching point P0 to P3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	13.09.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	26.02.2002
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2002-05159
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	27.03.2002
[Date of extinction of right]	

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-84631

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) Int. C.I.⁶
G 05 B 19/42
B 25 J 9/22

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9064-3 H G 05 B 19/42

P

審査請求 未請求 請求項の数 1

F D

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-250985

(22) 出願日 平成5年(1993)9月14日

(71) 出願人 390008235

ファンック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 寺田 知之

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファンック株式会社内

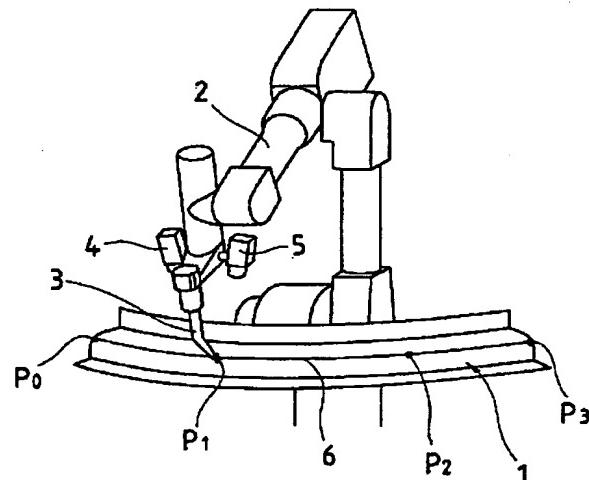
(74) 代理人 弁理士 竹本 松司 (外3名)

(54) 【発明の名称】ロボットの教示プログラムの補正方法

(57) 【要約】

【目的】 オフラインプログラム等作成済み教示プログラムを視覚センサ手段を用いて補正すること。

【構成】 1は図示しない固定手段によって作業空間内に固定配置された教示点位置計測対象ワークで、溶接線6を有している。ワーク1上の選択された教示点P1に対応する位置には、マークが付されている。ロボット本体2の手首フランジ部には溶接トーチ3と共に3次元視覚センサ手段を構成する2台のカメラ4、5が装着されている。P1に付されたマークをカメラ4、5で撮像して、センサ座標系上の位置データV'を得る。ロボットコントローラではCPU処理によって、プログラムデータから計算される位置データVとの差をとり、これをロボット手首あるいはツール先端点の位置誤差に換算する計算を実行する。計算結果を各教示点の要補正量とみて、各教示点P0～P3の位置データを補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 作成済みの教示プログラム上で位置データが与えられている教示点の内から選択された少なくとも1個の教示点について、該選択された教示点に対応する作業対象物上の部位に視覚センサ手段によって識別可能なマークを施す段階と；前記選択された教示点位置をロボットにとらせた状態で、該ロボットに搭載された視覚センサ手段によって前記マークの位置を計測する段階と；該マーク位置の計測結果に基づいて、前記教示プログラムの全教示点あるいは一部教示点の位置データの要補正量を求める段階と；前記要補正量に対応した位置データ補正を実行する段階とを含むことを特徴とするロボットの教示プログラムの補正方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本願発明は、作成済み（教示点データが指定済みの意、以下同様。）のロボット教示プログラムを視覚センサ手段を用いて補正する方法に関し、更に詳しく言えば、教示プログラムで指定されている教示点位置と現実の作業対象物上の教示点対応位置のずれを解消させる教示プログラム補正方法に関する。本願発明の方法は産業用ロボット一般に適用可能であるが、代表的なアプリケーションとしては、アーク溶接あるいはスポット溶接を行なう溶接ロボットが考えられる。

【0002】

【従来の技術】 ワーク等の作業対象物（以下、「ワーク」で代表させる。）に対してロボットを移動させながら、溶接等各種作業を行なう場合のロボット教示プログラムの作成プロセスを合理化する為に、オフラインプログラミングシステムを利用する方法が採用されている。オフラインで教示プログラムを作成する際に利用されるのは、作業対象物の設計データ、ロボットとワークの配置関係を表わすデータ、ロボットに設定された座標系の関係を表わすデータ（同次変換行列データ）等であるから、種々の誤差要因によって、再生運転時に実際に実現されるロボット位置（姿勢を含む。以下、同様。）が現実のワーク上で教示点として指定乃至予定された位置と一致しない現象が発生する。

【0003】 即ち、再生運転時にプログラム上で教示点に対応して実現されるロボット位置が、現実のワーク上でn番目の教示点として指定された位置と正確には一致しないのが一般的である。このような教示点の位置ずれをもたらす誤差要因には、次のようなものが考えられる。

【0004】1. ロボットとワークの位置関係を表わすデータの誤差。換言すれば、データ通りのワーク・ロボット間位置関係が実現されないこと。

2. ロボットの加工・組み立て誤差（例えば、リンク長誤差）。

3. 自重あるいはエンドエフェクタ重量によるロボット

の撓みによる誤差。

【0005】4. エンドエフェクタの加工・組み立て誤差。

5. エンドエフェクタの撓みに起因する誤差。

6. ワークの形状誤差。

これら誤差を予め正確に評価してオフラインプログラムを作成することは困難であり、特に、上記4.～6.の要因について事前に正しく評価することは不可能に近いと言っても過言ではない。

- 10 **【0006】** このように、プログラム再生時に教示点に対応して実現される位置と実際のワークに対して指定された教示点位置の不一致は、オフラインでプログラムを作成した場合に典型的に発生する現象であるが、必ずしもオフラインプログラムに限らず、上記誤差要因が入り込む余地があるケースにおいては、いかなる作成済みプログラムについても常に発生し得るものである。例えば、ワークの製造ロット番号が変わった場合には上記要因6.が作用し、エンドエフェクタを交換した場合等においては上記要因3.～5.の要因が作用することによって、任意の方式に作成された教示プログラムについて、上記説明した教示点ずれの現象が発生する可能性がある。

- 20 **【0007】** 従来、作成プログラムに上記事態が発生した場合、あるいは発生が予測される場合には、エンドエフェクタをロボットに装着してロボットを手動操作し、実際のワーク（代表ワーク）上の各教示点位置にツールポイントを合致させる補正作業を行なうことが通常であった。このようなオペレータの手作業によるプログラム補正作業は作業負担が大きく、特に、ワークが多品種化し、作成・使用するプログラム数が増えた場合には、ロボット作業全体の生産性を低下させる大きな原因となっている。

【0008】

- 【発明が解決しようとする課題】** 本願発明の目的は、作成済みの教示プログラムに発生する上記教示点ずれ現象を解消させるようなプログラムデータ補正を効率的に実行出来るロボット教示プログラムの補正方法を提供することによって、上記従来技術の問題点を解決することにある。また、本願発明は上記教示プログラム補正方法を提供することを通して、オフラインプログラミングシステムで作成されたプログラムの有用性を向上させることを企図するものもある。

【0009】

- 【課題を解決するための手段】** 本願発明は、上記技術課題の解決手段として、「作成済みの教示プログラム上で位置データが与えられている教示点の内から選択された少なくとも1個の教示点について、該選択された教示点に対応する作業対象物上の部位に視覚センサ手段によって識別可能なマークを施す段階と；前記選択された教示点位置をロボットにとらせた状態で、該ロボットに搭載

された視覚センサ手段によって前記マークの位置を計測する段階と；該マーク位置の計測結果に基づいて、前記教示プログラムの全教示点あるいは一部教示点の位置データの要補正量を求める段階と；前記要補正量に対応した位置データ補正を実行する段階とを含むことを特徴とするロボットの教示プログラムの補正方法」、を提案するものである。

【0010】

【作用】本願発明は、ワーク上の教示点対応部位に施されたマークの位置をロボットに搭載された視覚センサ手段によって計測し、その計測結果に基づいて、教示プログラム中の教示点データを補正するものである。以下、視覚センサ手段をロボットの手首フランジ（一般には、メカニカルインターフェース、以下同様。）にエンドエフェクタの代わりに装着した場合とエンドエフェクタをして装着した場合視覚センサ手段が3次元センサである場合と2次元センサである場合、及び、の組合せによって想定される4つのケースについて、教示プログラム中の教示点データの要補正量を求める原理について説明する。

【0011】〔1〕手首フランジに視覚センサ手段をエンドエフェクタ（溶接トーチ）に代えて装着した場合先ず、適当なキャリブレーション操作によって、3次元*

$$RCV = P$$

$$R' C V' = P$$

と表わすことが出来る。

【0014】 R' の R に対する誤差が平行移動成分だけ※

$$R' = R + Er$$

但し、 Er は次式（4）で表わされる行列である。

【0015】

【数1】

$$Er = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & ex \\ 0 & 0 & 0 & ey \\ 0 & 0 & 0 & ez \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

★

$$(R + Er) C V' = R C V$$

これを整理すると、

$$Er C V' = R C (V - V')$$

これより、 R' の R に対する誤差のワーク座標系上の各成分 ex , ey , ez が次の形で求められる。

【0016】

【数2】

$$\begin{bmatrix} ex \\ ey \\ ez \\ 1 \end{bmatrix} = R C (V - V') \quad \dots (7)$$

以上のことから、ロボットの手首フランジ座標系の誤差は、上記（7）式で示される $R C (V - V')$ であると推定されることになる。従って、各教示点毎に教示点データ（ワーク座標系上）を、 $-R C (V - V')$ だけシフト補正することにより、手首フランジ座標系の誤差を

* または2次元の視覚センサのセンサ座標系とロボットの手首フランジの位置を表わす手首フランジ座標系（一般には、メカニカルインターフェース座標系、以下同様。）との位置関係を表わすデータを取得する。手首フランジ座標系に対するセンサ座標系の相対位置関係を表わす行列（同次変換行列、以下同様。）を C とする。キャリブレーションの手法については、幾つかの方法が一般的に知られているのでここでは省略する。

【0012】また、手首フランジに対するツール先端点位置が設定済みであることを仮定する。手首フランジ座標系に対するツール座標系の相対位置関係を表わす行列を T とする。更に、作業空間内に固定された1つワーク座標系上で見た手首フランジ位置を表わす行列を教示プログラムデータに基づいて計算したものを R 、実際の（真の）手首フランジ位置を表わす行列を R' とし、教示点位置を P で表わすことにする。

【0013】〔1-1〕視覚センサ手段が3次元視覚センサシステムである場合

視覚センサがワーク上に施された教示点マークの3次元位置を計測出来る場合のセンサ座標系における実測位置を V' 、プログラムデータから計算される教示点位置を V とすると、

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

※であると仮定すると、次式（3）が成立する。

$$\dots (3)$$

★上記（1）式～（4）式から、次式（5）が成立する。

$$\dots (5)$$

$$\dots (6)$$

補償した教示点データを含む教示プログラムを獲得することが出来る。

40 【0017】これにより、前記した誤差要因の内、エンドエフェクタに関連したものを除く相当部分を吸収して、プログラム再生時のロボット軌道とワーク上に予定された教示ラインとの一致度を向上させることが出来る。

【0018】〔1-2〕視覚センサ手段が2次元視覚センサシステムである場合

2次元位置計測型の視覚センサによってワーク上に施された教示点マークの実測位置をセンサ座標系上で表わしたもの V' 、プログラムデータから計算される教示点位置をセンサ座標系上で表わしたもの V とすると、3

次元型視覚センサの場合と同様に、

$$\begin{aligned} R C V &= P \\ R' C V' &= P \end{aligned}$$

と表わすことが出来る。但し、 V' は、本質的には2次元情報なので、媒介変数 t を含む下記(10)式で表現される。

【0019】

【数3】

$$V' = \begin{bmatrix} u & t \\ v & t \\ t \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

$$\begin{bmatrix} ex \\ ey \\ ez \\ 1 \end{bmatrix} = R C (V - V') \quad \dots (7)$$

媒介変数 t は、センサ座標系上の原点から教示点までの距離に相当する量を表わしているから、上記(8式) $R C V = P$ から V のZ座標値を求め、 t の値とする。 u^* 及び v^* は、2次元視覚センサシステムから得られる数値である。これは、視覚センサシステムで得られる情報を表現するセンサ座標系として、視覚系の光軸方向と一致したZ軸を有する3次元座標系を設定したことに相当する。これにより、 V' を3次元データとして扱うことが可能になる。従って、以後は上記3次元視覚センサシステムの場合と同様の手続きによって、教示点データの要補正量を求めることが出来る。

【0020】 [2] エンドエフェクタ(溶接トーチ)と*

$$\begin{aligned} R T K V &= P \\ R' T' K V' &= P \end{aligned}$$

と表わすことが出来る。

【0024】上記式(11), (12)は、式(1), (2)において、 R , R' の代わりに $R T$, $R' T'$ 、 C の代わりに K を各々入れたものに他ならないから、前※

$$R T K (V - V')$$

[2-2] 視覚センサ手段が2次元視覚センサシステムである場合

上記[2-1]のケースと同じく、 R , R' を $R T$, $R' T'$ 、 C を K と各々入れ換えて計算を行なうことには、上記[1-2]のケースに帰着させることが出来る。[2-1]及び[2-2]のケースで、もし、視覚センサ手段がエンドエフェクタ自体の加工誤差や撓みを反映し得る位置に装着されているとみなすことが出来れば、これら誤差の補償効果をも期待することが出来る。また、視覚センサ手段がエンドエフェクタの加工・組み立て誤差や負荷による変形誤差を反映しない位置に装着された場合(並列的な同時装着)でも、エンドエフェクタの重量によるロボットアームの撓みはマーク位置の計測結果に反映されるから、このエンドエフェクタの重量によるロボットアームの撓みに起因した誤差の補償

$$\dots (8)$$

$$\dots (9)$$

*共に視覚センサ手段を装着した場合

予め、手首フランジに対するツール先端点の位置(姿勢を含む)が設定済みであることを仮定する。プログラムが仮定しているデータに基づいて計算される手首フランジ座標系に対するツール座標系の相対位置関係を表わす行列を T とし、実際に両者の相対位置関係を表わす行列を T' とする。

【0021】また、適当なキャリブレーション操作によって、3次元または2次元の視覚センサのセンサ座標系とツール座標系との位置関係を表わすデータを取得する。ツール座標系に対するセンサ座標系の相対位置関係を表わす行列を K とする。キャリブレーションの手法については、幾つかの方法が一般的に知られているのでここでは省略する。

【0022】更に、作業空間内に固定された1つワーク座標系上で見た手首フランジ位置を表わす行列を教示プログラムデータに基づいて計算したもの R 、実際の(真の)手首フランジ位置を表わす行列を R' とし、教示点位置を P で表わすこととする。

【0023】[2-1] 視覚センサ手段が3次元視覚センサシステムである場合

視覚センサがワーク上に施された教示点マークの3次元位置を計測出来る場合のセンサ座標系上における実測位置を V' 、プログラムデータから計算される教示点位置を V とすると、

$$\dots (11)$$

$$\dots (12)$$

※記[1-1]のケースにおける要補正量の計算式 $R C (V - V')$ の代えて、下記(13)式を計算すれば、本ケースにおける要補正量が求められることになる。

$$\dots (13)$$

作用は確保される。

【0025】以上説明した各ケースに応じた補正計算の処理は、視覚センサ手段と結合された通常のロボットコントローラ内で実行することが出来るが、視覚センサ手段を用いて得られた計測結果をロボットコントローラの以外の外部装置(例えば、オフラインプログラミング装置)へ転送した上で実行することも可能である。

【0026】

【実施例】図1は、溶接作業用の教示プログラムに対して本願発明の補正方法を適用する際の教示点位置計測の様子を例示した模式図である。また、図2は本願発明の方法を実施する為に使用されるシステム構成の概略を例示した要部ブロック図である。

【0027】図1において、1は図示しない固定手段によって作業空間内に固定配置された教示点位置計測対象

ワークで、溶接線6を有している。この教示点位置計測ワークには、通常、同種同寸で同位置に溶接線を有しているとみなすことが出来る多数のワークを代表するものが選ばれる。2はロボット本体で、手首フランジ部には溶接トーチ3と共に3次元視覚センサ手段を構成する2台のカメラ4、5が装着されている。P0～P3は、溶接線6に沿って設定された教示点で、オフラインで作成される教示プログラムには、これら教示点の位置を表わす教示点データ（一般には、誤差を含んでいる。）が与えられている。

【0028】本実施例においては教示点P1を代表教示点として選択し、教示点P1に対応するワーク上の部位に+マークが施されている。このマークは、視覚センサによって視認可能であればいかなる形態のものであっても構わない。典型的には、インクによる書き込み、シールの貼付等が考えられるが、ワークが元来備えているる特徴点をマークとして利用することも有り得る。図1では、教示プログラムで教示点P1位置として指定されているロボット位置をロボットにとらせた状態で、このマークをカメラ4、5で撮像している様子が描かれている。もし、プログラムデータが補正不要な状態であれば、ロボットに設定されたツール先端点の位置はマーク位置と正確に一致する筈であるが、一般には種々の誤差要因によって両者は一致していない。即ち、プログラムデータが要補正の状態にある。

【0029】次に、図2を参照すると、システム全体はロボット本体2、カメラ4、5（2台）、画像処理装置10、ロボットコントローラ20、溶接トーチ制御器30、オフラインプログラミング装置40から構成されている。

【0030】画像処理装置10は中央演算処理装置（以下、CPUという。）11を有し、該CPU11には、フレームメモリ（画像メモリ）12、ROMで構成されたコントロールソフト用メモリ13、RAM等で構成されたプログラムメモリ14、不揮発性RAMで構成されたデータメモリ15、カメラインタフェース16、画像処理プロセッサ17及び通信インタフェース18がバス19を介して接続されている。

【0031】カメラインタフェース16には、カメラ4、5が接続されている。2台のカメラ4、5からの映像信号は、CPU11がカメラインタフェース16内のコネクタ番号を指定することにより、順次取り込まれるようになっている。通信インタフェース18は、ロボットコントローラ20側の通信インタフェース27に接続されており、両者を介して相互にデータや指令を表す信号が送受信される。

【0032】カメラ4、5の視野で捉えられた画像は、グレイスケールによる濃淡画像に変換されてフレームメモリ12に格納される。画像処理プロセッサ17はフレームメモリ12に格納された画像をCPU11の指令に

従って処理する機能を有している。コントロールソフト用メモリ13には、CPU11が視覚センサを制御する為のコントロールプログラム、治具を用いてセンサ座標系を設定する為のキャリブレーション用プログラム、画像処理プロセッサ17を用いて溶接線位置を検出する為の画像解析プログラム、適正なタイミングでロボット側への計測データ送信を指令する為のプログラム等が格納される。

【0033】なお、カメラ30の捉えた画像やフレームメモリ12から呼び出された画像を視認する為のTVモニタを図示を省略したモニタインタフェースを介して接続することも出来る。

【0034】一方、ロボットコントローラ20は、中央演算処理装置（CPU）21を有し、該CPU21には、制御プログラムを格納したROM22、計算データの一時記憶等の為に利用されるRAM23、教示データやキャリブレーション用治具データ等各種設定値が格納される不揮発性RAMで構成されたメモリ24、ロボット本体40の各軸を制御する軸制御器25（サーボ回路を含む）、ロボットの手動操作、座標系設定、位置教示、自動運転（再生動作）指令、センサ起動指令等の画像処理装置との交信を行う為の教示操作盤26及び画像処理装置10側の通信インタフェース18に接続された通信インタフェース27がバス28を介して接続されている。

【0035】通信インタフェース27は、溶接トーチ3（図1参照）をON/OFFし、溶接電圧、溶接電流を制御する溶接トーチ制御器30及びオフラインプログラミング装置40にも接続されており、これらに対する入出力装置を兼ねている。

【0036】以上のシステム構成及び機能は、従来の溶接ロボット-3次元視覚センサセンサシステムと基本的に変わることはないが、本願発明を実施する為に次の特徴を有している。

<1>画像処理装置10のコントロールソフト用メモリ13に、図1に示した教示点マークの位置データ（センサ座標系上）を獲得する為のプログラム及び所要データが格納されていること。

【0037】<2>上記獲得された教示点マーク位置データを用い、前記作用の説明の欄で述べた方法に従って、教示プログラムに含まれている教示点データの要補正量を計算する為のプログラム、該計算結果に基づいて各教示点P0～P3の位置データを補正する為のプログラム及び関連所要データがロボットコントローラ20の不揮発性メモリ24内に格納されていること。

【0038】以下、図2に示されたシステムを用いて、本願発明の教示プログラム補正方法を図1に示された事例に適用する場合の手順と処理について説明する。

【0039】先ず、オフラインプログラミング装置40で作成されたプログラムをロボットコントローラ20へ

通信インターフェース27を介して転送し、不揮発性メモリ24へ格納する(ステップS1)。次いで、ロボットを操作して、プログラム上で教示点P1に指定されている位置へ移動させる(ステップS2)。

【0040】この状態で視覚センサ(カメラ4,5)を起動させ、教示点P1に対応して設定されたマークの撮像を行い、センサ座標系上のマーク位置データV'を得る(ステップS3)。このデータは直ちに両通信インターフェース18,27を介してロボットコントローラ10へ転送され、不揮発性メモリ24に格納される(ステップS4)。

【0041】ロボットコントローラ20側のCPU21により、作用の説明の欄で述べた計算法に従ってプログラム上の教示点位置データの要補正量を計算する(ステップS5)。ここで想定している図1の事例は、ケース[2-1]に該当するから、前記(13)式を計算することにより、要補正量を求めることが出来る。なお、R,T,K,及びVの値は、現在データあるいは設定済みデータとしてロボットに既に与えられているから、(13)式の計算に際してはこれらデータを用いれば良い。

【0042】要補正量の計算が終了したら、その要補正量を各教示点P0～P3の各位置データから各々差し引く形で補正を行なうことにより(ステップS6)、補正済みの教示プログラムが得られることになる。

【0043】本実施例におけるプログラム補正により、前述した誤差要因1.～6.の内の相当部分が除去される。即ち、ロボット手首位置の誤差には、1. ロボットとワークの位置関係を表わすデータの誤差、2. ロボットの加工・組み立て誤差、3. 自重あるいはエンドエフェクタ重量によるロボットの撓みによる誤差、及び6. ワークの形状誤差の少なくとも一部が反映していると考えられるから、ロボット手首位置の誤差を補正することによって、これら誤差要因が相当程度補正されると期待される。もし、カメラ4,5が溶接トーチ(エンドエフェクタ)自体の加工誤差や撓みを包含し得る位置に装着されているとみなすことが出来れば、これら誤差の補償効果をも期待することが出来る。

【0044】上記実施例においては、計測対象として1個の教示点を選び、そこに付したマークの位置データに基づいて他の残りの教示点を含めた全教示点のデータを補正したが、計測対象に選択する教示点と、それに基づいてデータ補正を行なう教示点の組合せの選択に原理的な制限は無い。一般には、アプリケーションの種類や事例毎の環境に応じて、共通した誤差を代表して反映すると考えられる教示点を1個又は複数個選択し、各選択された教示点に対応して付されたマークの位置を順次計測して、各補正点に対する要補正量を計算すれば良い。また、エアカット点などさほどの精度を必要としない教示点については、補正を省略しても差し支えないことも勿

論である。

【0045】

【発明の効果】本願発明によれば、視覚センサ手段を利用して、オフラインプログラミング装置等で作成されたロボット教示プログラムに含まれている評価困難な各種要因に由来した誤差を補償するような教示データ補正が、簡単な手続きによって実行される。従って、本願発明に従った補正処理を行なった教示プログラムの再生運転を行なった場合には、1. ロボットとワークの位置関係を表わすデータの誤差、2. ロボットの加工・組み立て誤差、3. 自重あるいはエンドエフェクタ重量によるロボットの撓みによる誤差、4. エンドエフェクタの加工・組み立て誤差、5. エンドエフェクタの撓みに起因する誤差及び6. ワークの形状誤差等の誤差の全部または相当部分を補償したロボット軌道が実現される。

【0046】その結果、煩雑で熟練を要する手作業に頼って行なわれていた教示プログラムデータ補正作業を省くことが可能になり、同時に、プログラムデータの精度の信頼性も向上することになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】溶接作業用の教示プログラムに対して本願発明の補正方法を適用する際の教示点位置計測の様子を例示した模式図である。

【図2】本願発明の方法を実施する為に使用されるシステム構成の概略を例示した要部ブロック図である。

【図3】図1に示された事例に関し、本願発明の教示プログラム補正方法を図2に示したシステムを利用して実行する際の作業／処理プロセスの概要を記したフローチャートである。

【符号の説明】

1 ワーク
2 ロボット本体

3 溶接トーチ

4, 5 カメラ

6 溶接線

10 画像処理装置

11 CPU(画像処理装置)

12 フレームメモリ

13 コントロールソフトメモリ

40 14 プログラムメモリ

15 データメモリ

16 カメラインタフェース

17 画像処理プロセッサ

18 通信インターフェース(画像処理装置)

19 バス(画像処理装置)

20 ロボットコントローラ

21 CPU(ロボットコントローラ)

22 メモリ(ROM)

23 メモリ(RAM)

50 24 不揮発性メモリ

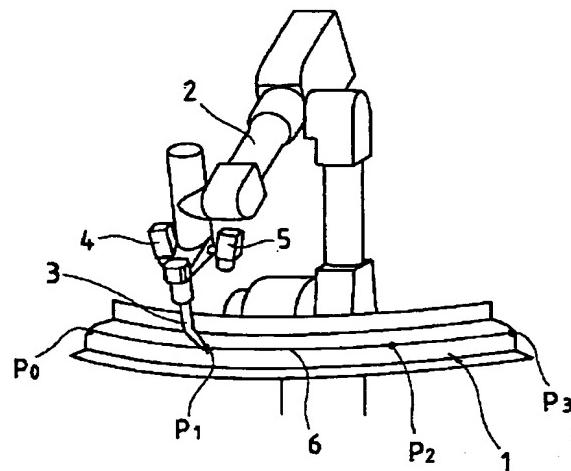
11

- 25 軸制御器
 26 教示操作盤
 27 通信インタフェース（ロボットコントローラ）

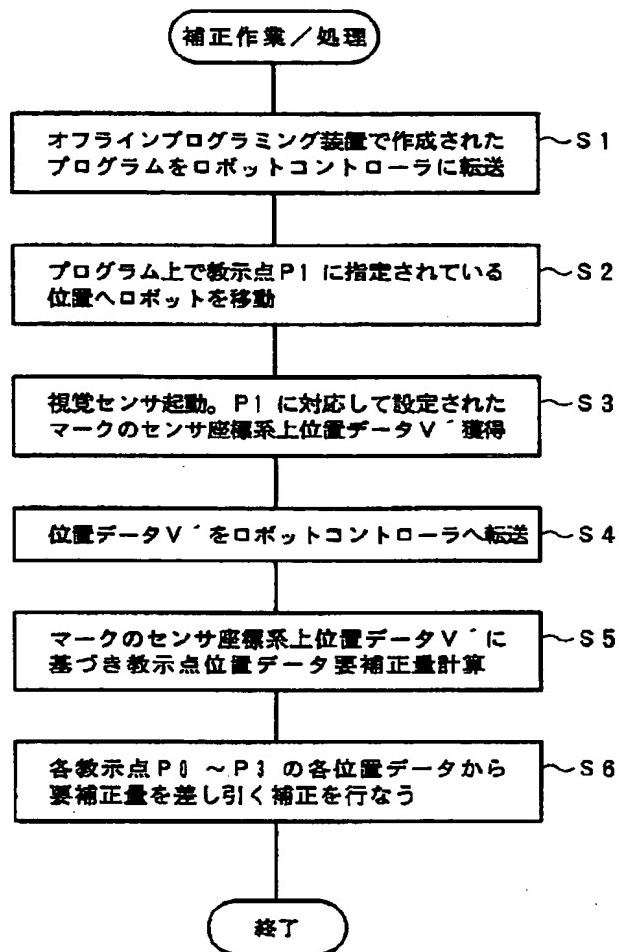
12

- 28 バス（ロボットコントローラ）
 30 溶接トーチ制御器
 40 オフラインプログラミング装置

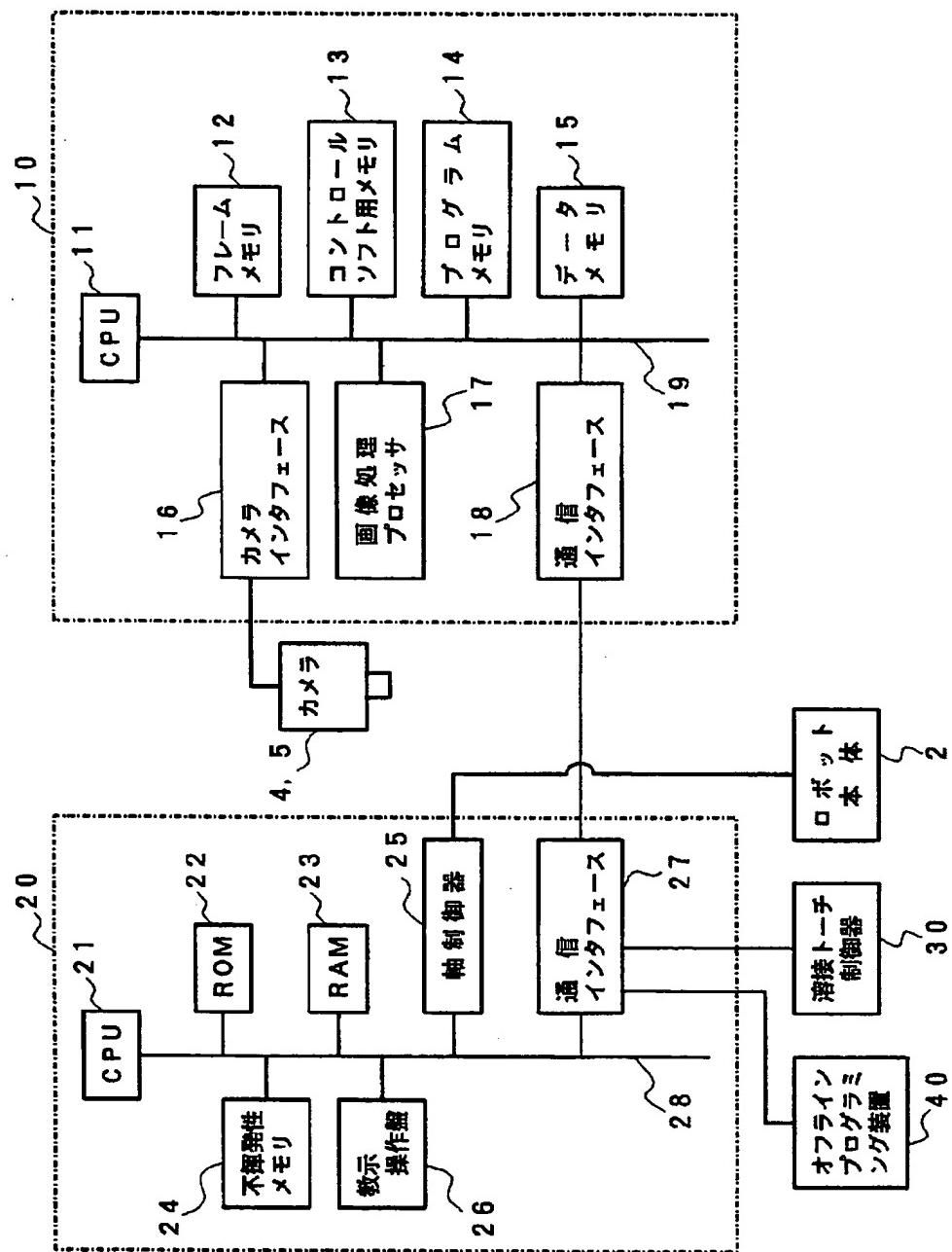
【図1】



【図3】



【図2】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第3区分
【発行日】平成13年8月3日(2001.8.3)

【公開番号】特開平7-84631
【公開日】平成7年3月31日(1995.3.31)
【年通号数】公開特許公報7-847
【出願番号】特願平5-250985
【国際特許分類第7版】

G05B 19/42

B25J 9/22

【F I】

G05B 19/42 P
B25J 9/22

【手続補正書】

【提出日】平成12年9月13日(2000.9.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】発明の名称
【補正方法】変更
【補正内容】

【発明の名称】ロボットの位置補正量取得方法及びロボットシステム

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲
【補正方法】変更
【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 教示プログラム上で位置データが与えられている教示点の内から選択された少なくとも1個の教示点について、該選択された教示点に対応する作業対象物上の部位に視覚センサ手段により識別が可能なマークを施す段階と；前記選択された教示点位置にロボットを位置決めした状態で、該ロボットに搭載された視覚センサ手段によって前記マークの位置を計測する段階と；該マーク位置の計測結果に基づいて、前記教示プログラムの全教示点あるいは一部教示点の位置データの要補正量を求める段階とを含むことを特徴とするロボットの位置補正量取得方法。

【請求項2】 教示プログラム上で位置データが与えられている教示点の内から選択された少なくとも1個の教示点に対応する部位に視覚センサ手段による識別が可能なマークが施された対象物に対し、前記選択された教示点位置にロボットを位置決めした状態で、該ロボットに搭載された視覚センサ手段により前記マークの位置を計測する手段と；該マーク位置の計測結果に基づいて、前記教示プログラムの全教示点あるいは一部教示点に対す

る要補正量を求める手段とを含むことを特徴とするロボットの位置補正量を取得するロボットシステム。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0001
【補正方法】変更
【補正内容】

【0001】

【産業上の利用分野】本願発明は、ロボット教示プログラムで指定されているロボットの位置について、必要な補正量を取得する方法、及び、同補正量を取得するロボットシステムに関し、更に詳しく言えば、教示プログラムで指定されている教示点位置と現実の作業対象物上の教示点対応位置のずれを解消させるに必要な補正量を視覚センサを利用して取得する方法及びロボットシステムに関する。本願発明は産業用ロボット一般に適用可能であるが、代表的なアプリケーションとしては、アーク溶接あるいはスポット溶接を行なう溶接ロボットが考えられる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0008
【補正方法】変更
【補正内容】

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本願発明の目的は、作成済みの教示プログラムに発生する上記教示点ずれ現象を解消させるようなプログラムデータ補正を効率的に実行出来るようなロボットの補正量取得方法とシステムを提供することによって、上記従来技術の問題点を解決することにある。また、本願発明は上記補正方法とシステムを提供することを通して、オフラインプログラミングシステムで作成されたプログラムの有用性を向上させることを企図するものである。

【手続補正5】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0009**【補正方法】**変更**【補正内容】****【0009】**

【課題を解決するための手段】本願発明は、上記技術課題の解決手段として、「教示プログラム上で位置データが与えられている教示点の内から選択された少なくとも1個の教示点について、該選択された教示点に対応する作業対象物上の部位に視覚センサ手段により識別が可能なマークを施す段階と；前記選択された教示点位置にロボットを位置決めした状態で、該ロボットに搭載された視覚センサ手段によって前記マークの位置を計測する段階と；該マーク位置の計測結果に基づいて、前記教示プログラムの全教示点あるいは一部教示点の位置データの要補正量を求める段階とを含むことを特徴とするロボットの位置補正量取得方法」、並びに、「教示プログラム上で位置データが与えられている教示点の内から選択された少なくとも1個の教示点について、該選択された教示点に対応する作業対象物上の部位に視覚センサ手段により識別が可能なマークが施された対象物に対し、前記選択された教示点位置にロボットを位置決めした状態で、該ロボットに搭載された視覚センサ手段により前記マークの位置を計測する手段と；該マーク位置の計測結果に基づいて、前記教示プログラムの全教示点あるいは一部教示点に対する要補正量を求める手段とを含むことを特徴とするロボットの位置補正量を取得するロボットシステム」を提案するものである。

【手続補正6】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0010**【補正方法】**変更**【補正内容】****【0010】**

【作用】本願発明では、ワーク上の教示点対応部位に施されたマークの位置をロボットに搭載された視覚センサ手段によって計測し、その計測結果に基づいて要補正量を取得する。以下、視覚センサ手段をロボットの手首フランジ（一般には、メカニカルインタフェース、以下同様。）にエンドエフェクタの代わりに装着した場合とエンドエフェクタを介して装着した場合視覚センサ手段が3次元センサである場合と2次元センサである場合、及び、の組合せによって想定される4つのケースについて、教示プログラム中の教示点データの要補正量を求める原理について説明する。

【手続補正7】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0026**【補正方法】**変更**【補正内容】****【0026】**

【実施例】図1は、溶接作業用の教示プログラムに対して本願発明を適用する際の教示点位置計測の様子を例示した模式図である。また、図2は本願発明を実施する際に使用されるシステム構成の概略を例示した要部ブロック図である。

【手続補正8】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0038**【補正方法】**変更**【補正内容】**

【0038】以下、図2に示されたシステムを用いて、本願発明を図1に示された事例に適用する場合の手順と処理について説明する。

【手続補正9】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0045**【補正方法】**変更**【補正内容】****【0045】**

【発明の効果】本願発明によれば、視覚センサ手段を利用して、オフラインプログラミング装置等で作成されたロボット教示プログラムに含まれている評価困難な各種要因に由来した誤差を補償するような教示データ補正が、簡単な手続きによって実行出来るようになる。従って、本願発明に従った補正処理を行なった教示プログラムの再生運転を行なった場合には、1. ロボットとワークの位置関係を表わすデータの誤差、2. ロボットの加工・組み立て誤差、3. 自重あるいはエンドエフェクタ重量によるロボットの撓みによる誤差、4. エンドエフェクタの加工・組み立て誤差、5. エンドエフェクタの撓みに起因する誤差及び6. ワークの形状誤差等の誤差の全部または相当部分を補償したロボット軌道が実現される。その結果、煩雑で熟練を要する手作業に頼って行なわれていた教示プログラムデータ補正作業を省くことが可能になり、同時に、プログラムデータの精度の信頼性も向上することになる。

【手続補正10】**【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**図面の簡単な説明**【補正方法】**変更**【補正内容】****【図面の簡単な説明】**

【図1】溶接作業用の教示プログラムに対して本願発明を適用する際の教示点位置計測の様子を例示した模式図である。

【図2】本願発明を実施する際に採用されるシステム構成の概略を例示した要部ブロック図である。

【図3】図1に示された事例に関し、本願発明を図2に

示したシステムを利用して実施する際の作業／処理プロセスの概要を記したフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 ワーク
- 2 ロボット本体
- 3 溶接トーチ
- 4, 5 カメラ
- 6 溶接線
- 10 画像処理装置
- 11 CPU (画像処理装置)
- 12 フレームメモリ
- 13 コントロールソフトメモリ
- 14 プログラムメモリ
- 15 データメモリ
- 16 カメラインターフェース

- 17 画像処理プロセッサ
- 18 通信インターフェース (画像処理装置)
- 19 バス (画像処理装置)
- 20 ロボットコントローラ
- 21 CPU (ロボットコントローラ)
- 22 メモリ (ROM)
- 23 メモリ (RAM)
- 24 不揮発性メモリ
- 25 軸制御器
- 26 教示操作盤
- 27 通信インターフェース (ロボットコントローラ)
- 28 バス (ロボットコントローラ)
- 30 溶接トーチ制御奇
- 40 オフラインプログラミング装置